


VISIÓN
DE CASO

Sistema piloto de información en línea para instituciones rurales

Online-information pilot system for rural institutions

Ricardo A. González*

Harrison Góngora Herrera**

Jhon A. Alarcón Guzmán***

Fecha de envío: agosto de 2011

Fecha de recepción: enero 2012

Fecha de aceptación: enero de 2013

Resumen

El hecho de conectar a la población de la zona rural con el mundo de la tecnología digital y, por ende, con la información libre, es un reto social importante para países en vía de desarrollo. Las instituciones educativas rurales, en general, se mantienen aisladas puesto que no se conocen ni intercambian información. El presente artículo describe la investigación de diseño e implementación de un sistema que integra instituciones educativas de la zona rural del municipio de Cajamarca (Tolima, Colombia). El estudio de tráfico justifica la elección de la tecnología 3.5G para la conexión a Internet; el sistema se basa en el diseño de una aplicación web desarrollada en código de HTML y PHP cuya codificación se hizo en Joomla, sistema de gestión de contenidos CMS (por sus siglas en inglés) de código abierto, y cuyo contenido se consulta en el *hosting* dado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Palabras clave

Aplicación web, HSDPA, cobertura, tecnologías de la información y la comunicación (TIC), inclusión digital, 3.5G.

Abstract

Connecting rural population to the world of digital technology, thus to free information, is an important social challenge in developing countries. Educational institutions in rural areas generally remain

isolated because there is no access to or exchange of information. This paper describes research-based design and implementation of a system that integrates educational institutions in the rural municipality of Cajamarca (Tolima –Colombia). A traffic load study justifies the choice of technology to be 3.5G Internet connection. The system is based on the design of a web application developed using HTML and PHP coding, whose code lines were written on Joomla, which is an open-source content-management system

* Ingeniero Electrónico, magister en CIC, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). ragonzalezb@udistrital.edu.co

** Ingeniero en Telecomunicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Lugar de trabajo: Colvatec S.A.ESP (Colombia). alarjhon@yahoo.com

***Ingeniero en Telecomunicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Lugar de trabajo: Universidad Colegio Mayor del Rosario (Colombia). harrigon@hotmail.com

(CMS), and whose content is queried accessing a given host located at Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Key words

Webapplication, HSDPA, coverage, Information and Communications Technology (ICT), digital inclusion, 3.5G.

Introducción

Los problemas del sector rural colombiano son, en parte, generados por la baja calidad de un servicio educativo que no responde a las necesidades sociales y que no es un agente de cambio. Esto se ve reflejado en la pobreza, el desempleo y la violencia que se vive en bastantes zonas rurales del país [1].

La investigación pretende que las entidades gubernamentales se vinculen para mejorar las condiciones académicas de las instituciones educativas que no cuentan con herramientas que estimulen las capacidades intelectuales de los habitantes de la región. Se propone mejorar el acceso de niños y jóvenes de las zonas rurales a una educación básica de calidad, mediante el desarrollo de opciones educativas tecnológicamente adecuadas que promuevan la articulación efectiva de la educación al desarrollo integral productivo, ético y social.

Si se tienen estudiantes con amplios conocimientos tecnológicos es factible mejorar las condiciones sociales y económicas de la población campesina, puesto que si se tiene acceso a una red en la cual se pueda realizar consultas como la variación del mercado de los productos agrícolas, por ejemplo, es posible generar mejores negocios al evitar largos desplazamientos a la cabecera municipal.

Teniendo acceso a un sistema en el que se logre verificar los productos que se están cosechando y que además contenga datos como el tiempo estimado para sacar la cosecha y la cantidad recolectada que posean, se puede dar una idea de qué producto agrícola es viable sembrar, con el fin de que no todos cultiven lo mismo. Esto en la actualidad es aprovechado porque a la hora de vender genera que el precio ofertado por los compradores sea muy bajo.

1. Elección de red según lo investigado en la región

Se llevó a cabo un estudio de las tecnologías con mayor cobertura a nivel nacional como parámetro fundamental en la elección de la red más apropiada para la aplicación; se estableció que las tres posibilidades existentes eran las siguientes: Red de Telefonía Pública Básica Conmutada (RTPBC), Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) e Internet Móvil. Luego se entabló una comparación detallada entre estas tres alternativas puesto que la aplicación debía presentar cobertura tanto en zonas urbanas como rurales. Teniendo en cuenta que hoy en Colombia hay más líneas celulares que personas, una de las oportunidades que puede expandir la conexión de banda ancha es la tecnología móvil.

En este sentido, “si pudiéramos hacer que estos dispositivos fueran teléfonos inteligentes o tabletas, que puedan conectarse de forma inalámbrica a Internet, lograríamos que gran parte de la población tenga acceso a la web, sin necesidad de una línea fija” [2].

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) anunció que el gobierno está por adjudicar más licencias adicionales para operadores que ofrezcan 4G,

los cuales permitirán más ancho de banda, el acceso a contenidos como televisión y mayores velocidades de conexión. Uno de los objetivos del gobierno es ampliar, a menor costo, la conectividad de los colombianos mediante de los dispositivos. El 90 % de los colombianos cuenta con celulares, pero solo el 5 % accede a Internet a través de ellos [3]. Esta es una cifra que demuestra el aumento y la necesidad de conectividad de los ciudadanos.

En cuanto a velocidad de transmisión, ancho de banda y tráfico que cursará la red, se concluyó que no se requiere una velocidad de banda ancha en la zona rural para el acceso al sistema, pero sí en el lugar donde se encuentra el servidor web, lo cual se solucionó con la capacidad que dispone la Universidad Distrital Francisco José de Caldas a través del Portal Web Institucional (PWI). Con respecto a los costos de banda ancha se observó que la alternativa más costosa en el 2012 fue la Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL, por sus siglas en inglés), seguido por la Internet Móvil; ADSL tiene planes más costosos pero ofrece un ancho de banda de bajada de 256 kBps y 128 kBps de subida.

Finalmente, se analiza que las dos tecnologías más viables para la aplicación son ADSL y la Internet Móvil; pero el servicio de ADSL solo tiene disponibilidad en zonas urbanas y si se tiene en cuenta que uno de los parámetros más importantes en el diseño de una red es la escalabilidad y que la aplicación está encaminada a brindar soluciones en zonas apartadas, la tecnología que brinda la mejor alternativa de solución para este caso es la Internet Móvil, razón por la cual los *Internet Service Provider* (ISP), Proveedor de Servicios de Internet, están haciendo su mayor esfuerzo por cubrir y expandir la cobertura y la velocidad en las áreas rurales en los últimos años [4].

Los proveedores que existen en Colombia para este servicio son: Movistar, Claro-Comcel, Tigo, Une, ETB y Uff, marcas registradas, los tres últimos compartiendo la red de Tigo. Se analizó la cobertura¹ de estos operadores y se concluye que Tigo y Movistar cumplen las expectativas.

2. Tipo de información que se va a transmitir

Correos, blogs y foros conforman la mayor parte del contenido de nuestra página y uno de los principales recursos. Los organizadores de datos [5,6] tienen como función ordenar dicha información; estos se encapsulan en extensiones de código de HTML, PHP y .css [7,8] que pertenecen a la aplicación hecha en Joomla; los organizadores suman entre ellos 138.2 kB. Y el último tipo de datos son las imágenes utilizadas de extensión gif, png y jpg, archivos de baja resolución que sumados pesan 429 kB.

2.1 Número de kB que se va a transmitir

Dependiendo de la consulta que se realice el tamaño de la información será variable; el promedio entre datos e imágenes transmitidas será de 576 kB que es el peso del sistema web, el cual se verificó al obtener el producto final.

3. Análisis de tráfico

El estudio se divide entre el enlace que requiere la página y el enlace que requiere la zona rural para conectarse a Internet. En este sentido, el modelo utilizado es un sistema de colas cerrado [9], puesto que en algún momento el servidor bloqueará el ingreso debido a la restricción del número de usuarios permitidos.

¹ Conclusiones dadas por consulta de la página del operador Tigo en su link de cobertura: www.tigo.com.co/seccion/tolima-2526.

3.1 Análisis de tráfico enlace-usuario

La Resolución 2352 de 2010 de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT) [10], decreta que desde el 1 de agosto de 2010 la definición de banda ancha en Colombia debe garantizar una velocidad de 1024 kbps desde el ISP al usuario *downstream* y una velocidad de 512 kbps desde el usuario al ISP *upstream*. En esta medida, se buscó una tecnología en el sector que realmente supere esta velocidad; según los datos encontrados, se hallaron: la tecnología satelital con Compartel, Adsl con Telefónica Telecom cuya capacidad ya está sobresaturada en el sector, y la móvil en la cual Tigo tiene tecnología *High Speed Downlink Packet Acces* (HSDPA) que alcanza la velocidad promedio de transmisión de datos buscada [11].

A continuación se muestra el análisis de tráfico desde el punto de vista usuario-ISP de la zona rural a la Internet [9-12].

Se tiene para ello el peso de la página web (PpWeb).

$$PpWeb: = 567 \text{ kBytes}$$

Se hizo el cálculo con la velocidad de transmisión promedio (Vtx) del enlace con la tecnología móvil HSDPA 3.5G [9] que arrojó 1024 kbps en la zona y que cumple con el requerimiento de la CRT.

$$Vtx = 1024 \text{ Kbps}$$

Ahora se usa solo un tipo de medida durante todo el análisis el cual será el *kilobytes*, por lo que se divide entre 8 para convertir bits a *bytes* por segundo.

$$VtxB: = \frac{Vtx}{8} = \text{Kbps} \quad (1)$$

$$VtxB = 128 \text{ KBytes} \cdot \text{seg}$$

Ahora se halla el tiempo de transmisión del peso de la página en el enlace (Ttx) que se puede decir que es igual al tiempo de servicio que se demora en atenderla (Ts).

$$Vtx: = \frac{PpWeb}{VtxB} = \text{KBytes} \quad (2)$$

$$Vtx = 4.43 \text{ seg} \quad Ts : = Ttx$$

$$\mu: = \frac{1}{Ts} \quad (3)$$

De la ecuación (3) se halla la tasa de servicio mencionada que se define como el tiempo de servicio en el que se evalúa cuántas páginas promedio por segundo se transmiten.

$$\mu = 0.226 \text{ página por segundo}$$

Cálculo del tráfico según tabla 1 de Erlang B. [12] con Pb (Probabilidad de bloqueo) igual 1 %, donde el número de servidores es N = 1.

De la probabilidad de bloqueo se puede deducir el de grado de servicio (Gos), el cual es igual al 99 % (Gos = 1-Pb). Por medio del tráfico (Acal) hallado en la tabla Erlang B, el cual fue de 0.0101 Erlang, se despeja λ1 de la ecuación (4).

$$A: = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

$$\lambda1 := Acal \cdot \mu \quad \lambda1 := 2.28 \times 10^{-3} \text{ pág. por segundo}$$

Luego de haber hallado la tasa de arribos en un segundo, se calcula cuántos usuarios atenderá con esta tasa de transferencia el enlace de 1024 kB por hora, por mes y por día.

Tabla 1. Erlang B Traffic table

Probabilidad de Bloqueo en % B igual al 1%				Maximum Offered Load Versus B and N B is in %								
N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68

Numero de Servidores N=1 A(tráfico)=0.0101 Erlang

Fuente: elaboración propia.

$$\lambda_2 := \lambda_1 \cdot 3600$$

$$\lambda_2 := 8208$$

En el cálculo anterior se multiplica la variable de tasa de arribos λ_1 obtenido y se multiplica por 3600 para hallar el número de páginas que pueden acceder al sistema en una hora, en conclusión se deduce que el enlace atenderá 8 solicitudes de página sin bloqueos.

3.2 Tráfico total mes del sistema

De la ecuación (5) se evalúa el resultado del tráfico total (TT/mes) que se atenderá por mes y la respectiva capacidad requerida que coincide con el análisis hecho a partir de la población. Se multiplica el resultado λ_2 por el número de horas promedio que estaría más ocupado el sistema por día que, se asume, sería de 10 horas, por 30 días multiplicado por el peso de la página.

$$TT_{mes} = \lambda_2 \cdot (1) \cdot (3) \cdot 567 \text{ Kbytes} \quad (5)$$

$$TT_{mes} = 1396180 \text{ Kbytes}$$

Se espera entonces entre 4 y 8 conexiones concurren en horas pico de estudiantes y

agricultores, los cuales vienen de aproximadamente 80 familias del sector. Este estudio se hace de acuerdo con el objetivo del sistema, ya que en promedio un usuario para consultar, acceder e interactuar con este demora entre 10 y 15 minutos; teniendo en cuenta que todos los habitantes no entran a la página simultáneamente, se daría el ingreso a toda la población.

3.3 Cálculo del ancho de banda y consumo de gigabytes en hosting

Deben tenerse en cuenta los elementos de control de datos y del protocolo IP. En condiciones normales una web envía más datos de los que recibe, por lo cual se trabajó con los datos enviados. La constante 1,25 encontrada en la ecuación (6) se adhiere por los bits adicionales de información y control que se usan en el protocolo y por el aumento que pueda tener la página en el futuro, que entre los dos es aproximadamente el 25 % del espacio reservado de la trama promedio de datos. Esto es calculado en horas y en bytes por lo que la tasa de transferencia mínima que se requiere del sistema se trabaja en bits por segundo. La capacidad de datos necesaria

en el servidor (Cs) se obtiene del siguiente modo.²

$$Cs = TTmes \times 1,25 \quad (6)$$

En nuestro caso si son 8 conexiones máximas por cada hora de tráfico pico diario y una página por visita, donde el total de peso de nuestra página es de 565 kB incluyendo gráficos, el volumen de transferencia sería el siguiente:

$$Cs = 1745225 \text{ kB mensuales}$$

Como la unidad de medida para la capacidad de almacenamiento de datos es el *GigaByte* (GB), debe contratarse un servidor con volumen de transferencia mensual aproximado de 1.75 GB.

3.3.1 Longitud esperada de la cola

$$Elc := P_0 \cdot \frac{A^{N+1}}{N! \cdot N} \cdot \left[\frac{1 - \left(\frac{A}{N}\right)^{S-N+1} - (S-N+1) \cdot \left(\frac{A}{N}\right)^{S-N} \cdot \left(1 - \frac{A}{N}\right)}{\left(1 - \frac{A}{N}\right)^2} \right] \quad (7)$$

$$Elc = 0.000104102 \text{ Segmentos de página}$$

3.3.2 Longitud esperada de elementos atendidos

$$En = Elc + A \cdot (-P_b) \quad (8)$$

$$En = 0,01 \text{ segmentos de página}$$

3.3.3 Valor esperado de tiempo en cola

$$Etc = \frac{Elc}{\lambda_1} \quad (9)$$

$$Etc = 0,046$$

3.3.4 Valor esperado de tiempo en el sistema

$$Et = \frac{En}{\lambda_1} \quad (10)$$

$$Et = 4,431 \text{ segundos}$$

3.4 Factor de utilización

Se analizará el factor de utilización $\rho\%$ ³ que se espera sea muy pequeño debido al diseño realizado, que es igual al porcentaje del tráfico cursado⁴ del sistema [8], en este caso la variable (Acal) por 100.

$$\begin{aligned} \rho &= Acal \\ \rho &= Acal \cdot 100 \text{ solo se estaría usando el } 1,01\% \text{ del sistema} \end{aligned} \quad (11)$$

El cálculo acertado del ancho de banda requerido permitirá llevar un mejor control de ingresos y gastos del sistema. Como se puede observar, a medida que la velocidad de transmisión

² Estudio basado en teoría de la ITU encontrado en su página web http://www.itu.int/itudoc/itu-d/dept/psp/ssb/planitu/plandoc/tt_cs-es.pdf

³ Factor de utilización $\rho\%$ definido como el porcentaje de uso del sistema.

⁴ Tráfico cursado: tráfico real que está ocupando en un instante determinado sistema.

Tabla 2. Relación factor de utilización vs tráfico (A)

$\lambda = \mu \rightarrow A=1$: Caso crítico ya que el factor de utilización esta en limite
$\lambda < \mu \rightarrow A<1$: Caso deseado el factor de utilización está estable (red balanceada)
$\lambda > \mu \rightarrow A>1$: Caso no deseado el factor de utilización esta fuera de limite (sistema colapsado).

Fuente: elaboración propia.

disminuye, el sistema se hace más ineficiente para el propósito en el cual se está trabajando, teniendo en cuenta que ingresan en promedio 82 requerimientos de todo el departamento en un día. Por otra parte, los tiempos de espera en el sistema y en cola son bajos dependiendo directamente de la velocidad de Transmisión (Vtx). Se puede decir que no siempre habrá un cliente en espera, convirtiéndose la solución HSDPA 3.5G o incluso la satelital (Compartel) muy apropiadas para tratar el problema. El *hosting* que se usará en un comienzo será el adjudicado por la Universidad Distrital a través de Portal Web Institucional que cumple todos los requerimientos de capacidad hallada (1.75 GB) necesaria y de rendimiento.

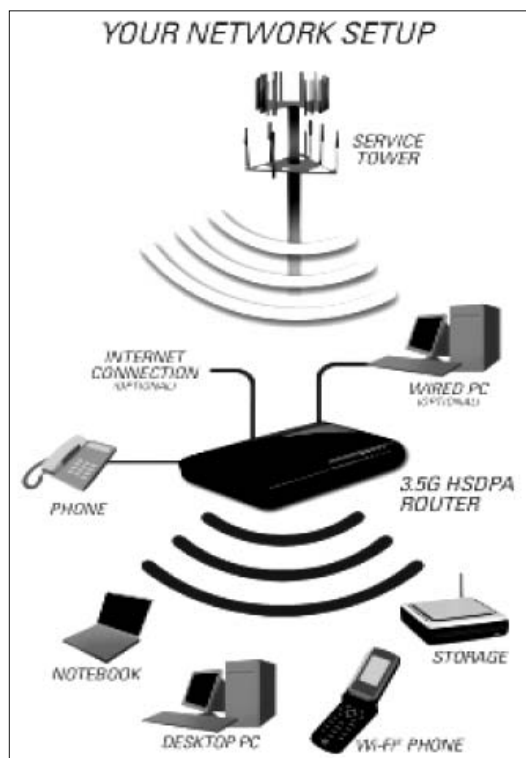
4. Equipos utilizados

El equipo usado fue el *router* móvil HSDPA 3.5G D-LINK DIR 455 (ver figura 1); dispositivo encontrado en el mercado que utiliza protocolo 3.5G para móviles, el cual permite tomar la conexión de banda ancha móvil en cualquier lugar. El *router* facilita la conexión con los PC y dispositivos inalámbricos dentro del área. Su funcionamiento es sencillo, simplemente se inserta la tarjeta SIM UMTS/HSDPA activa con cualquier operador de servicio que ofrezca la tecnología 3.5 G y compartirá la conexión a Internet a través de una red inalámbrica segura de 802.11g o utilizando cualquiera de los cuatro puertos Ethernet 10/100.⁵

5. Desarrollo del sistema de información

En este caso se ha seleccionado el CMS Joomla [8, 9] como sistema recomendado para instalar en el servidor dada su sencillez, continua actualización y adaptabilidad a los requisitos educativos de una escuela; además por ser un sistema “*open source*”, lo que significa que se distribuye bajo los términos

Figura 1. Modem Router D-LINK 455 HSDPA



Fuente: hoja técnica DIR-455_ds.pdf, disponible en: <http://ebookbrowse.com/dir-455-pdf-d489741574>

de la licencia GNU/GPL (grupo mundial de desarrollo de código abierto), por lo que es posible instalar el sistema en cualquier servidor de forma gratuita. Puede consultarse en el *hosting* dado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/estudiantes/hgongorah/escuelasrurales>.

5.1 Módulos de la aplicación

Cuenta con un menú principal en el cual puede verse la presentación de la página, en ella se publica información sobre la educación de las escuelas rurales, un foro para discutir temas relacionados con la educación y la agricultura en Cajamarca. Además, posee un

⁵ Hoja técnica, disponible en: <http://ebookbrowse.com/dir-455-pdf-d489741574>

correo interno para que los profesores y los alumnos tengan un contacto privado con el fin de escribir sugerencias, pedir asesorías, solicitar información y subir archivos de interés para ser vistos por los usuarios, por ejemplo, ayudas escolares.

En la página se encuentran publicadas todas las instituciones educativas registradas en el municipio de Cajamarca (Tolima), allí cada una de ellas tiene la opción de publicar artículos sobre sus eventos e información del centro educativo; para poder acceder a esta opción el usuario debe registrarse y posteriormente ser aprobado por el administrador del sistema [13]. Ya que esta es una aplicación para estudiantes, profesores y personas relacionadas con las instituciones educativas, se permite el acceso únicamente a las registradas para garantizar el correcto funcionamiento y cumplimiento de los objetivos de la aplicación web.

La idea de integrar el correo interno a la aplicación es que sea posible entablar discusiones privadas, escribirles comentarios a los alumnos, brindar información y solicitar ayudas a los profesores, para de esta manera lograr un mejor contacto fuera y dentro de las instituciones educativas del municipio.

Dentro de la aplicación web se incluye un espacio para los agricultores, en el cual se puede consultar los precios de los productos que se cultivan en este municipio, registrar los productos agrícolas que están siendo cosechados, enterarse de las estadísticas del mercado, entre otros temas de utilidad.

6. Conclusiones

Con el sistema en funcionamiento se enfatizará más en la formación de organizaciones rurales, capacitación en computación, uso

de Internet, diseño de páginas web, mantenimiento de la infraestructura de comunicaciones, formación de líderes, capacitación en manejo de materiales de sensibilización, promoción de los servicios del sistema y cursos de administración del establecimiento de Internet rural.

El estudio de tráfico se desarrolló de acuerdo con las tecnologías móviles que existen en Cajamarca, esto debido a que a las zonas rurales apartadas del municipio no se puede llevar el servicio ADSL, que sería la mejor opción para contratar la transmisión de datos de Internet debido a los bajos costos y las velocidades que alcanza, pero tiene sus limitaciones con la longitud del par de cobre.

Otra opción es el servicio gratuito que presta Compartel en convenio con el Ministerio TIC para las zonas alejadas de los cascos urbanos y que actualmente poseen algunas escuelas rurales del municipio, lo cual facilita el funcionamiento de la aplicación. A partir del estudio de tráfico se determinó cuál de las actuales redes de transmisión de datos, presentes en Cajamarca, sirven como base para la implementación de la solución propuesta, la cual fue la de transmisión de datos por Internet Móvil vía HSDPA debido a su velocidad de transmisión, fiabilidad, escalabilidad, costo, y a que este proyecto está encaminado a brindar aplicaciones en zonas con baja penetración de Internet [14,15]. Por ser una red existente no es necesario instalarla y cumple con todos los requerimientos para aplicaciones educativas con CMS JOOMLA [16].

Con la integración de los agricultores del municipio al mundo del Internet, se logra involucrar a los comerciantes para mejorar los precios que pagan por los productos agrícolas, que hasta el momento son muy bajos si se comparan con lo que paga un consumidor

en las grandes ciudades, debido a que existen muchos intermediarios en la comercialización.

Agradecimientos

Al grupo de investigación de las TIC sociales (GITICS), adscrito al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico (CIDC) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quien asesoró este proyecto de investigación. A la escuela rural El Espejo, adscrita a la Secretaría de Educación del municipio de Cajamarca (Tolima), lugar donde se desarrollaron las pruebas e implementaciones.

Referencias

- [1] E. Pérez, M. A. Arah, M. Rojas, “Reconstruir la confianza en Colombia. Nueva institucionalidad en el sector rural”. *Revista social. Red de instituciones vinculadas a la capacitación en políticas agrícolas en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Redcapa, Javegraf, 2000.
- [2] http://www.radionacionaldecolumbia.gov.co/index.php?option=com_topcontent&view=article&id=18176:solo-el-33-por-ciento-de-los-municipios-en-colombia-tiene-internet-cisco-&catid=1:noticias
- [3] C. Cruz, “telefonía móvil: la otra alternativa de la conectividad”, *Colombia Digital*. [En línea] disponible en <http://www.colombiadigital.net/opinion/blogs/blog-de-la-ccd/item/704-telefon%C3%ADa-m%C3%B3vil-la-otra-alternativa-de-la-conectividad.html>
- [4] C.E. Gómez, “Barómetro Cisco de banda ancha Colombia 2005-2010”. *Custom research & consulting*, Bogotá: IDC Colombia, 2010, pp. 25-35. [En línea] disponible en https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&ie=UTF-8#output=search&scient=psyab&q=Bar%C3%B3metro%20Cisco%20Banda%20Ancha%20Colombia%202005%20%E2%80%932010.%20Junio%202007&oq=&gs_l=&pbx=1&fp=8229b2bbaf01993d&ion=1&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.48705608,d.dmQ&biw=1366&bih=677
- [5] P. Rob, y C. Coronel, *Sistemas de bases de datos: diseño, implementación y administración*. 5ª ed. México D.F.: Nieto Impresores, 2006, pp. 210-283, 573-608.
- [6] A. Abello, E. Rollón y H. Rodríguez, *Diseño y administración de bases de datos*. 1ed, Barcelona: Ediciones UPC, 2006, pp. 211-228.
- [7] A. Cobo y P. Gómez, “En los Documentos HTML, PHP y MySQL”, *Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2006, pp. 108-120.
- [8] L. Welling y L. Thompson, “Designing your web database”, *PHP and MySQL Web Development*. 2ª ed. Indianápolis: Developer’s Library, 2003, pp. 169-258.
- [9] D. de la Fuente y R. Pino, *Teoría de líneas de espera: modelos de cola*. 1ed. Oviedo: Edita Universidad de Oviedo, 2001, pp. 20-76.
- [10] Comisión de Regulación de Comunicaciones República de Colombia (CRC). Resolución 2352 de 2010. [En línea]

- disponible en <http://www.crcom.gov.co/index.php?idcategoria=55243#>
- [11] X. Hesselbach, J. Altés, *Análisis de redes y sistemas de comunicaciones*, 1ª ed. Barcelona: Ediciones UPC Catalunya, 2002, pp. 32, 81-115.
- [12] I. Villy, "Sobre ingeniería de teletráfico", *COM. Center Technical University of Denmark Manual*. Ginebra, diciembre de 2002, artículo de la UIT-D, capítulo Comisión de Estudio 2 Cuestión 16/2.
- [13] I. Rodil y C. Pardo, *Operaciones auxiliares con tecnologías de la información y la comunicación*. 1ª ed. Madrid: Editorial Paraninfo, 2011, pp. 395-400.
- [14] CISCO, Cisco Conectados. [En línea] disponible en blog <http://cisco-conectados.blogspot.com/2011/05/conexiones-internet-de-banda-ancha-en.html>blog <http://cisco-conectados.blogspot.com/2011/05/conexiones-internet-de-banda-ancha-en.html>, publicado en 2011 consultado el mismo año.
- [15] J. Andreu, *Servicios en red*, 1ed. Madrid: Editorial Editex, 2010, pp 283-285.
- [16] J. Marriott, *Elin Waring the Official Joomla! Book*. 2 ed, Indiana: Edit. Pearson Education Inc., 2011, pp. 1-16.